

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai negara berkembang, Indonesia seharusnya memiliki visi dan misi untuk dapat menembus pasar dunia. Dengan mendirikan salah satu pabrik yang memiliki manfaat perindustrian saat ini. Seperti halnya dengan mendirikan pabrik etilen karbonat yang bisa digunakan untuk pembuatan *polymers*, *plastisizer*, dan *precursor*.

Nama lain dari etilen karbonat adalah *glycol carbonate*, dioxolone-2, 1,3-dioxolane-2-one, dan *ethylene glycol carbonate*. Etilen karbonat merupakan senyawa alkalin karbonat yang memiliki rumus molekul $C_3H_4O_3$ dengan titik didih $283^{\circ}C$. Etilen karbonat memiliki sifat fisik *liquid*, tidak berwarna dan tidak berbau (PubChem, 2005).

Etilen karbonat lebih banyak digunakan dalam industri polimer. Dalam industri polimer etilen karbonat dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan polierathan, polyester, polycarbonat. Di Indonesia salah satu industri yang menggunakan etilen karbonat sebagai bahan baku dalam proses industrinya adalah PT. Justus Sakti Raya Corporation unsaturated polyester. Etilen karbonat juga dapat digunakan sebagai solvent untuk PVC, nylon dan tekstil alkid rein. Industri tekstil Indonesia yang menggunakan etilen karbonat sebagai bahan pelarut untuk pewarnaan pada proses pencelupan adalah PT. Panasia Indosintex. Etilen karbonat juga dapat digunakan untuk industri farmasi dan kosmetik. Di negara maju seperti Jerman dan Korea etilen karbonat dikembangkan sebagai teknologi baterai lithium isi ulang (*Lithium-ion rechargeable battreis*).

Dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku etilen karbonat di dunia industri, memicu berdirinya pabrik kimia dengan menghasilkan etilen karbonat. Hal-hal yang harus dipertimbangkan saat mendirikan pabrik etilen karbonat salah satunya adalah melihat dari data kebutuhan etilen karbonat di dunia.

Keuntungan yang di dapat dari pendirian pabrik etilen karbonat di antaranya adalah :

- a. Dapat mencukupi kebutuhan ekspor dan impor.
- b. Memberi peluang pekerjaan bagi masyarakat.
- c. Menambah penghasilan untuk Negara.
- d. Mendapatkan nilai plus dalam perindustrian Negara.

1.2. Kapasitas Pabrik

Pendirian pabrik etilen karbonat membutuhkan bahan baku utama karbon dikoksida dan etilen oksida. Berikut adalah data produksi etilen oksida sebagai salah satu bahan baku pembuatan etilen karbonat di dunia pada tahun 2004 sesuai kebutuhan wilayahnya, dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1. Produksi Etilen Oksida Menurut Wilayah pada Tahun 2004.

Wilayah	Jumlah Produsen Utama	Produksi (ton/tahun)
North America		
United States	10	4009
Canada	3	1084
Mexico	3	350
South America		
Brazil	2	312
Venezuela	1	82
Europe		
Belgium		
France	2	770
Germany	1	215
Netherlands	4	995
Spain	2	460
Turkey	1	100
United	1	115
Kingdom	1	300

Tabel 1.1. Produksi Etilen Oksida Menurut Wilayah pada Tahun 2004
(lanjutan)

Wilayah	Jumlah produsen utama	Produksi (ton/tahun)
Eastern	No data	950
Europe		
Middle East		
Iran	2	201
Kuwait	1	350
Saudi Arabia	2	1781
Asia		
China	No data	1354
Taiwan	4	820
India	2	488
Indonesia	1	175
Japan	4	949
Malaysia	1	385
South Korea	3	740
Singapore	1	80

(Lyon,2008)

Kebutuhan etilen karbonat di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Maka dari itu pabrik etilen karbonat sangat penting di Indonesia. Data kebutuhan etilen karbonat di Indonesia pada tahun 2009 sampai tahun 2015, dapat di lihat pada tabel 1.2 berikut:

Tabel 1.2. Data Kebutuhan etilen karbonat di Indonesia

NO.	Tahun	Kebutuhan etilen karbonat (kg/tahun)
1.	2009	120.977
2.	2010	225.163
3.	2011	225.163
4.	2012	234.685
5.	2013	392.294
6.	2014	249.806
7.	2015	226.561

(Badan Pusat Statistika Tahun 2009-2015)

Kapasitas terkecil dari pabrik di *Chemical Werke* di daerah *West Germany* dengan metode *Hulls* sebanyak 1.800 ton/tahun. Sedangkan kapasitas terbesar yang di hasilkan sebanyak 50.000 ton/tahun (MC.Ketta, 1983).

Dengan didirikannya pabrik etilen karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dan membuat keuntungan di Indonesia.

Bahan baku karbon dioksida dapat diperoleh dari pabrik PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur. Sedangkan bahan baku etilen oksida didapatkan dari Polychem.

1.3. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi dalam hasil produksi. Ada beberapa daerah yang dapat dijadikan lokasi dari pabrik etilen karbonat salah satunya daerah Cilegon. Dipilihnya lokasi pabrik di Cilegon karena Cilegon adalah salah satu kota industri. Selain itu dapat dilihat dari berikut ini:

A. Faktor Utama:

a. Sarana Transportasi

Untuk transportasi bahan baku dan hasil produksi dapat digunakan dengan jalur darat, laut dan juga udara. Sehingga dapat mempermudah untuk ekspor ataupun import kedalam dan juga luar negeri.

b. Letak Geografis

Cilegon adalah kota industri yang tepat untuk pemasaran ataupun pembelian bahan baku. Karena terdapat pada jalur utama jawa dan Cilegon memiliki daerah laut maupun bandar udara yang dapat mempermudah dalam mendapatkan bahan baku dan pemasaran produk.

c. Pemasaran

Untuk pemasaran hasil produksi di Banten terdapat pabrik polimer dan ini dapat menjadi objek pemasaran yang baik untuk Etien karbonat. Sedangkan produksi utama adalah produk etilen karbonat yang di

pasarkan ke pasar International. Hal ini dapat ditunjang dengan kualitas yang baik dari produk dan sarana yang memadai.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah sekitar pendirian pabrik, karena dapat memperdayakan potensi dari penduduk sekitar dan juga dapat mengurangi pengangguran.

e. Bahan baku

Bahan baku didapatkan dari sumber bahan baku terdekat untuk mengurangi biaya transportasi.

B. Faktor Pendukung

a. Ijin Pemerintah

Pendirian pabrik merupakan salah satu wujud kebijakan pemerintah untuk pengembangan industri dan pemerataan lapangan kerja.

b. Kondisi iklim

Pembangunan pabrik juga harus dilihat dari iklim daerah sekitar, dalam arti kondisinya tidak akan mengganggu jalannya operasi pabrik.

c. Energi

Untuk memenuhi kebutuhan energi adalah dengan mengambil dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1. Kegunaan Produk

Etilen karbonat banyak digunakan dalam perindustrian baik sebagai pelarut polar atau *solvent*. Dan juga Etilen karbonat adalah salah satu bahan baku dari *polymer*. Produk ini dapat diperoleh dari etilen oksida dan karbon dioksida yang akan digunakan kali ini.

Etilen karbonat adalah pelarut yang sangat baik untuk banyak bahan organik dan anorganik dalam aplikasi seperti pelapis permukaan, pewarna, serat, plastik dan baterai ion litium. Ini juga merupakan reaktif menengah yang sangat baik untuk alkilasi selektif, transesterifikasi dan pembentukan karbamat (Huntsman, 2007).

1.4.2. Macam-macam Proses

a. Proses Jefferson

Jefferson Chemical Company adalah salah satu cara untuk pembuatan etilen karbonat dengan tekanan operasi reaktornya 105,5 atm, suhu 150°C dan waktu tinggal di reaktor selama 44 menit. Menggunakan katalis *Tetra Ethyl Amonium Bromida* (TEAB). Pemanasan yang terjadi pada reactor adalah di *head reactor*, sedangkan pendinggin berada di *bottom reactor*.

Pada sebagian hasil reactor dapat di *recycle* kembali dengan perbandingan tertentu dan dapat di gunakan untuk pelarut katalis. Selain itu campuran reaksi yang keluar dari reaktor, hasilnya dipisahkan dengan CO₂ sebagai gas buang.

Kemudian karbon kasar dimurnikan untuk memisahkan karbon dengan katalis TEAB, menggunakan tekanan 4-6 bar dan suhu 110°C. Produk dari *head reactor* adalah *ethylene oxide* dan produk dari *bottom reactor* adalah *ethylene carbonate*.

b. Proses Huls

Produk etilen karbonat dengan metode Huls beroperasi pada tekanan 80 atm dengan suhu 160°C-200°C. Pada reaktor dipasang alat pengaduk ke dalam reaktor. TEAB yang larut dalam etilen karbonat dimasukkan dengan menggunakan pompa. Dalam proses Huls tidak memerlukan pengadukan kembali. Sedangkan reaksi pencampuran panas membutuhkan panas yang kontsan 200°C-210°C (Mc. Ketta, 1998).

1.4.3. Katalis TMA

TMA atau *Trimethylamine* adalah senyawa organik dengan formula C_3H_9N . TMA ini adalah amina tersier yang tidak berwarna dan mudah terbakar ini memiliki bau amis yang kuat dalam konsentrasi rendah dan berbau mirip amonia pada konsentrasiyang lebih tinggi. TMA sebenarnya berwujud gas pada suhu kamar tapi biasa dijual di tabung gas bertekanan atau sebagai larutan 40% dalam air.

Pengunaan TMA ini sebagai pengganti katalis TEAB karena lebih mudah di temukan dari pada katalis TEAB.

1.5. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.5.1. Bahan Baku

1. Etilen Oksida

Sifat fisika dari etilen oksida adalah sebagai berikut (Perry's, 1983) :

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| a. Rumus molekul | = C_2H_4O |
| b. Berat molekul, g/mol | = 44,053 |
| c. Titik didih, °C (1atm) | = 10,8 |
| d. Titik beku, °C (1 atm) | = -112,60 |
| e. Temperatur kritis, °C | = 196 |
| f. Tekanan kritis, N/m ² | = 7,19 |
| g. Densitas kritis, Kg/m ³ | = 314 |

- | | |
|---|----------|
| h. Densitas cairan pada 20°C, kg/m ³ | = 876 |
| i. Densitas gas pada 20°C, kg/m ³ | = 2,98 |
| j. Kapasitas panas, gas 20°C, kJ/Kg.K | = 1,1 |
| k. Viskositas pada 10°C, cP | = 0,28 |
| l. Indeks bias, np | = 1,3597 |

Sedangkan sifat kimia dari etilen oksida adalah sebagai berikut (Parry's, 1983) :

a. Dekomposisi

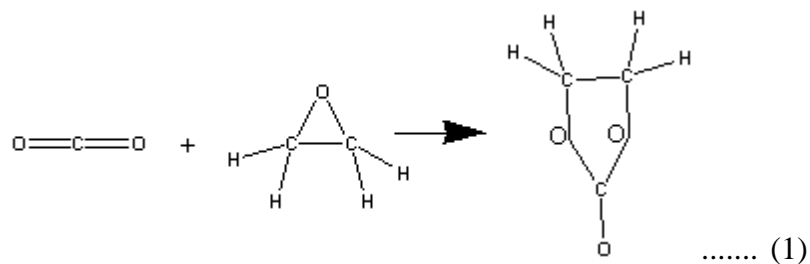
Etilen oksida berbentuk gas terdekomposisi pada 400°C membentuk CO, CH₄, C₂H₄, H₂ atau CH₃CHO. Pertama-tama yang terjadi adalah isomerisasi menjadi asetaldehid.

b. Reaksi dengan atom hidrogen labil

Etilen bereaksi dengan senyawa yang mengandung atom hydrogen yang labil dan membentuk hidrosil etil.

c. Reaksi oleh senyawa ikatan rangkap

Etilen oksida dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa berikatan rangkap atau dapat disebut dengan *double bond*, membentuk senyawa siklis contohnya dengan karbon dioksida.



Isomerisasi katalitik

Etilen oksida dapat bereaksi membentuk asetaldehid yang di bantu dengan katalis Ag pada kondisi tertentu.



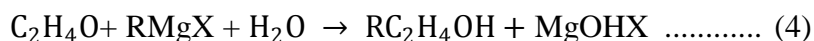
d. Reduksi menjadi etanol

Reduksi etilen oksida menjadi etanol dapat dilakukan dengan katalis Cu, Ni dan Cr.



e. Reaksi dengan pereaksi Grignard

Reaksi etilen oksida dengan pereaksi Grignard menghasilkan senyawa dengan gugus hidroksil primer.



2. Karbon dioksida

Sifat fisika dari karbon dioksida adalah sebagai berikut (Perry's, 1997):

- | | |
|---|---------|
| a. Titik didih, °C (1 atm) | = -78,5 |
| b. Titik leleh, °C (1 atm) | = -56,6 |
| c. Densitas (bentuk gas), Kg/m ³ | = 1,873 |
| d. Temperature kritis, °C | = 38 |
| e. Kelarutan dalam air, g/L | = 1,45 |
| f. Viskositas, Cp | = 0,07 |

Sedangkan sifat kimia dari karbon dioksida adalah sebagai berikut (Mc. Ketta, 1998):

- Karbon dioksida sangat stabil pada suhu ruangan, jika dipanaskan sampai diatas 1600°C reaksi akan berjalan kekanan.
- Karbon dioksida dapat direduksikan dengan C₂.
- Karbon dioksida dapat dihidroksikan dengan karbon dan hidrokarbon.
- Karbon dioksida dapat bereaksi dengan ammonia dan akan menjadi ammonia karbamat.

1.5.2. Produk

Etilen karbonat secara fisik dapat digunakan untuk solvent. Untuk mengetahui sifat fisik dari etilen karbonat dapat dilihat di bawah ini (Kirk, 1998).

- | | |
|-----------------------------|---------|
| a. Massa mol, g/mol | = 88,06 |
| b. Titik beku, ° C (1 atm) | = -36,4 |
| c. Titik didih, ° C (1 atm) | = 238 |

- | | |
|--|-------------|
| d. Vapor pressure (10 mmHg) ($^{\circ}$ C) | = 114,4 |
| e. Vapor pressure (200 mmHg) ($^{\circ}$ C) | = 196,8 |
| f. Densitas, kg/cm ³ | = 1,4158 |
| g. Flash point (PM) ($^{\circ}$ C) | = -150 |
| h. Viskositas (cP) 40 $^{\circ}$ C | = 1,92 |
| i. Viskositas (cP) 60 $^{\circ}$ C | = 1,42 |
| j. Solubility of H ₂ O in product at 20 $^{\circ}$ C wt % | = unlimited |
| k. Solubility in H ₂ O at 20 $^{\circ}$ C wt % | = 41,4 |

Reaksi kimia yang terjadi pada etilen karbonat adalah proses *hidrooxyalkylation*. Pada susunan esterifikasi, *carbomate*, *dehidranchlorinasi* dan *chlorinasion* merupakan reaksi yang berjalan dengan dua komponen. Peranan etilen karbonat sebagai solvent dapat bereaksi dengan diantaranya air, *methanol*, *ethanol*, *benzene*, *acetone* dan *methylene chloride*. Sedangkan etilen karbonat dapat bereaksi sebagian dengan ether dan juga etilen karbonat tidak dapat bereaksi dengan hexan, heptan dan *carbon tetrachloride* (krik, 1998).

Tabel 1.3. Data Reaksi

Etilen karbonat	Keterangan
Temperature dalam reaktor ($^{\circ}$ C)	160 -200
Tekanan dalam reaktor (atm)	80
Waktu tinggal dalam reaktor (menit)	20
<i>Catalyst addition</i> . Tergantung pada jumlah alkilena oksida yang digunakan (wt%)	0,2-2

(Kirk, 1998)

1.6. Tinjauan Proses Secara Umum

Secara umum proses produksi etilen karbonat adalah dengan menggunakan metode Hulls. Reaksi etilen oksida dengan karbon dioksida termasuk reaksi karbonisasi. Reaksi karbonisasi adalah masuknya atom C ke dalam suatu rantai molekul karena adanya pemutusan rantai yang

membentuk senyawa antara dan akhirnya terbentuk produk yang stabil. Pembuatan etilen karbonat dengan menggunakan metode Hulls mereaksi etilen oksida yang di tambahkan dengan katalis yang larut dalam etilen karbonat. Katalis yang digunakan adalah Trimethylamine (TMA). Dengan menggunakan konsentrasi 0,2-2 % berat dari konsentrasi etilen oksida. Karbonat yang efektif sangat baik sebagai pelarut dalam reaksi katalitik serta mempunyai pengaruh yang baik pada tahapan reaksi selanjutnya. Temperature yang baik digunakan untuk proses produksi etilen karbonat adalah dengan temperature di antara 160-200°C dan dengan menggunakan tekanan 80 atm. Maka konversi relatif terhadap etilen karbonat sebesar minimal 98%.